

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПРОГРАММА АНАЛИЗА ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность: Теория графов является мощным инструментом моделирования и расчета систем различной физической природы. При этом применение методов теории графов встречает некоторые трудности. Например, известные методики построения математических моделей с использованием системы уравнений независимых контуров, на практике используют ручные операции и не могут быть применены для сложных систем.

Цель: Целью работы является создание программного обеспечения для получения математической модели системы, заданной графом. Исходной информацией служат ребра графа, их вес и направление.

Задачи:

1. Разработка и реализация алгоритма построения дерева графа по исходным данным;
2. Разработка и реализация алгоритма построения совокупности независимых контуров;
3. Разработка и реализация алгоритма построения контурной матрицы;
4. Разработка и реализация алгоритма построения матрицы токов в цепи.

I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. **Построение дерева.** Для построения дерева графа необходим алгоритм обхода графа. Однако большинство известных алгоритмов, выполняющих указанную процедуру, работают рекурсивно, что при программной реализации снижает производительность, а при больших графах приводит к переполнению стека вызовов функций. В данной работе предлагается алгоритм на основе не рекурсивного поиска в глубину. Дополнительно этот алгоритм выполняет операции, необходимые для дальнейших этапов решения поставленной задачи. Основным отличием предложенного алгоритма от рекурсивного поиска в глубину является то, что используются три окраски вершин: белую, красную, черную и список (стек) для хранения вершин, с которых необходимо начать следующий проход

алгоритма. Рассмотрим алгоритм построения дерева графа. Входными данными для него являются матрица смежности графа цепи A , нулевая матрица D , в которой в результате работы алгоритма будет найдена матрица смежности дерева графа и нулевая матрица C , в которой будет найдена матрица смежности хорд. Цвет каждой вершины хранится в массиве $color$ в ячейке, номер которой совпадает с номером вершины. По умолчанию в начале работы алгоритма все вершины окрашены в белый цвет. Построение дерева всегда начинается с нулевой вершины. Во время работы алгоритма необходимо определить, какое ребро будет хордой, а какое ветвью. Условие добавления ребра в множество ветвей заключается в том, что одна из его вершин окрашена в белый цвет, а другая в черный. После идентификации ветви ее белая вершина окрашивается в красный цвет и сохраняется в списке S . Определение хорды основано на том, что если у красной вершины есть смежная ей красная вершина, то эти две вершины имеют общую вершину-предка, а ребро, которое соединяет эти вершины, замыкает простой цикл. Другими словами, они принадлежат одному контуру, поэтому соединяющее их ребро будет хордой.

2. **Построение независимого контура.** Большинство из известных алгоритмов построения пути из одной вершины графа в другую работает со взвешенными неориентированными графами, что заставляет выполнять лишние операции с матрицей смежности графа. Кроме того, как было отмечено ранее, большинство таких алгоритмов работают рекурсивно. В данной работе предлагается алгоритм построения независимого контура, основанный на не рекурсивном поиске в глубину. Рассмотрим алгоритм построения независимого контура. Входной информацией для данного алгоритма являются матрица смежности дерева D графа G , $vstart$ и $vend$ – начальная и конечная вершины поиска. В списке S будет получена последовательность вершины, которые необходимо пройти в порядке их следования для построения независимого контура. Данный алгоритм имеет два существенных отличия от обычного не рекурсивного поиска в глубину. Текущая рассматри-

ваемая опорная вершина не удаляется из стека S сразу, а только если выяснится, что она принадлежит пути, не приводящему в вершину $vend$. И введен дополнительный шаг выделения «висячей» цепи. Первое необходимо для того, чтобы сохранять пройденный путь, который помечается черными вершинами. В стеке присутствуют и красные вершины, которые данному пути не принадлежат, поэтому их необходимо исключить из стека S . Стоит отметить, что выбор списка для хранения данных позволяет получать вершины в порядке их добавления. Шаг выделения «висячей» цепи является модификацией поиска в глубину. Ее идея основана на том, что если конечная вершина хорды является так называемой «висячей» вершиной, то указатель на конечную вершину можно переместить на смежную вершину. Предложенная модификация может существенно ускорить поиск конечной вершины при большой «ветвистости» дерева (при высоких степенях вершин дерева). Лишь в самом неблагоприятном случае скорость алгоритма останется прежней.

3. **Составление уравнения независимого контура.** После работы предыдущего алгоритма получена последовательность вершин S , которые необходимо пройти в порядке их следования для построения независимого контура. Для составления уравнения независимого контура необходимо коэффициенту переменной, соответствующей ребру, присвоить 1, если ребро ориентировано по направлению обхода построенного пути независимого контура. Если реб-

ро ориентировано противоположно направлению обхода, то коэффициент будет равняться -1. Если ребро не входит в указанный путь, то его коэффициент равен нулю.

4. **Построение матрицы главных контуров.** Для составления матрицы главных контуров надо последовательно составить уравнения для каждого полученного независимого контура (для каждой хорды).
5. **Получение матрицы токов.** Для составления матрицы контурных токов мы воспользовались методом контурных токов в матричной форме.

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения данной работы были предложены алгоритмы и создано программное обеспечение, позволяющие решать следующие задачи:

1. Построение дерева графа по ребрам графа, их весу и направлению;
2. Построение совокупности независимых контуров;
3. Построение контурной матрицы;
4. Построение матрицы токов в цепи.

Программное обеспечение было разработано на языке C++.

1. Харари, Ф. Теория Графов. –М.: Мир. –1973. –С. 300.
2. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. –М.: Энергия. –1978. –С. 592.

Макаро Матвей Владимирович, студент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, matveymakaro@gmail.com

Лысенко Антон Александрович, студент кафедры информационных технологий автоматизированных систем БГУИР, toshka.lysenko.15@gmail.com

Научный руководитель: Шилин Леонид Юрьевич, декан факультет информационных технологий и управления БГУИР, доктор технических наук, профессор.